

98P3363

B



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen d s brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

**0 144 535**  
**A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 84109821.3

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>: **B 03 B 9/04**  
**B 07 B 9/00, B 03 C 7/00**

(22) Anmeldetag: 17.08.84

(30) Priorität: 17.08.83 DE 3330577

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
19.06.85 Patentblatt 85/25

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH FR GB IT LI NL SE

(71) Anmelder: Deutsche Kommunal-Anlagen Miete GmbH  
Candidplatz 9-11  
D-8000 München 90(DE)

(72) Erfinder: Hillekamp, Klaus, Dr.  
Musäusstrasse 3  
D-8000 München 60(DE)

(72) Erfinder: Berghoff, Rolf, Dr.  
Lötterfelderstrasse 17  
D-4005 Büberich(DE)

(54) Verfahren zur thermischen Behandlung von Abfällen unter Weiterverwertung des entstehenden Rückstandes.

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur thermischen Behandlung von Abfallstoffen und Gemischen aus Abfallstoffen mit kohlenstoffhaltigen, organischen Stoffen durch Entgasung und/oder Vergasung derart, daß vom anfallenden, trockenen Rückstand kohlenstoffärmere, mineralstoffreichere Fraktionen abgetrennt werden. Nach der Entfernung der Grobanteile über 10 mm, vorzugsweise 3 mm, und der Feianteile unter 0,01 mm, vorzugsweise 0,05 mm, können aus dem verbleibenden Rückstand durch elektrostatische Sortierung kohlenstoffärmere, mineralstoffreichere Fraktionen abgetrennt werden.

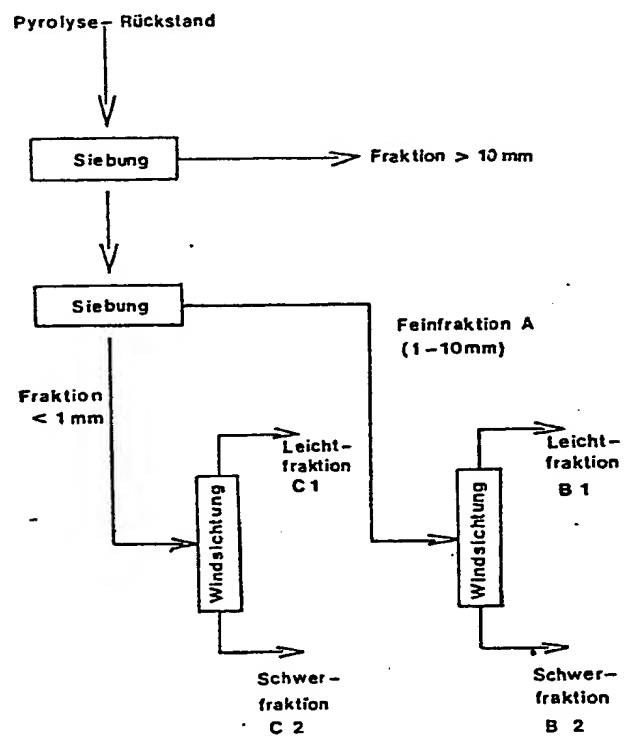
Die Abtrennung der kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktionen, kann auch derart durchgeführt werden, daß aus dem anfallenden trockenen Rückstand die Fraktion 0,5 bis 15 mm, vorzugsweise 1 bis 10 mm, durch Siebung abgetrennt wird und die Abtrennung der kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktionen aus dieser Fraktion über eine Setzmaschine oder Herd bzw. durch Windsichtung erfolgt.

Es können Hausmüll, Klärschlamm, Shredderabfälle, Altreifen, Lackabfälle, Kunststoffabfälle, pflanzliche Reststoffe, wie Stroh oder Holz, Papierabfälle und dgl. behandelt werden.

EP 0 144 535 A2

/...

**Bild 2:** Fließschema der Abtrennung der kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktionen über Siebung und Windsichtung



München, 16.08.1983

Verfahren zur thermischen Behandlung von Abfällen unter  
Weiterverwertung des entstehenden Rückstandes

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur thermischen Behandlung von Abfallstoffen und Gemischen aus Abfallstoffen mit kohlenstoffhaltigen, organischen Stoffen durch Entgasung und/oder Vergasung.

Die Beseitigung von Abfällen, insbesondere von Hausmüll, wird zunehmend ein Problem. Die herkömmlichste Art der Abfallbeseitigung, die Deponierung wird ständig schwieriger, da immer weniger Deponieraum zur Verfügung gestellt werden kann.

Die Verbrennung der Abfälle ist zwar mit einer erheblichen Volumenreduzierung verbunden, doch werden infolge eines gestiegenen Umweltbewußtseins immer höhere Anforderungen an die Reduzierung der Schadstoffemission gestellt. Schadstoffemissionen erfolgen luftseitig über die Abgase und wasserseitig über das entstehende Abwasser. Ein in letzter Zeit besonders akut gewordenes Problem ist der Ausstoß von Schwermetallen in feinsten Form, bedingt durch die hohen Temperaturen der Verbrennung.

Eine weitere Variante der thermischen Abfallbehandlung stellt die Pyrolyse dar. Dieses Verfahren wird auch als Entgasung oder Verschwelung bezeichnet. Im vorliegenden Falle wird auch die Vergasung zur Pyrolyse gerechnet. Gekennzeichnet ist dieses Abfallbehandlungsverfahren dadurch, daß die thermische Behandlung unter Luftausschluß bei Temperaturen von 300-600°C durchgeführt wird. Durch die niedere Temperatur sind die Emissionen an sauren Schadstoffen, d.h. Fluorwasserstoff, Schwefeldioxid und Chlorwasserstoff, wesentlich geringer. Auch der Ausstoß an Schwermetallen liegt beträchtlich tiefer.

Ein weiteres Kennzeichen der Pyrolyse von Abfallstoffen ist darin zu sehen, daß ein Rückstand aus anorganischen Bestandteilen, den sogenannten Mineralstoffen, und Kohlenstoff, den organischen Verbindungen entstammend, entsteht.

Bei Hausmüll sind die Mineralstoffe vorwiegend Glas, Keramik, Metalle, Sand, Steine und Asche. Hinzu kommt noch, daß die Bestandteile des Hausmülls bei der thermischen Behandlung ebenfalls Mineralstoffe freisetzen. So entstehen bei der thermischen Zersetzung von Holz nicht nur Kohlenstoff und die flüchtigen organischen Bestandteile, sondern auch noch Mineralstoffe wie Siliciumdioxid, Aluminiumoxid, Kaliumverbindungen und Calciumverbindungen. Die Kunststoffe liefern

neben den Füllstoffen Kalk und Gips auch noch die Schwermetalle Barium, Kadmium und Zink. Die Pyrolyse von Papier führt neben den flüchtigen organischen Verbindungen und Kohlenstoff auch noch zur Freisetzung von Aluminium - Magnesium - Silikaten, Gips, Magnesium- und Calciumcarbonat sowie auch von Titandioxid. Wesentliche Rückstandsprodukte der thermischen Zersetzung von Altreifen sind neben Ruß auch noch Eisen und Zinkverbindungen.

Hinzu kommen Chloride und Sulfate in verschiedenster Form. Wurde dem Abfallstoff bei der Pyrolyse auch noch Kalk zugesetzt, dann findet sich im Rückstand Calciumchlorid.

Eine Ablagerung des Produktes ist prinzipiell möglich. Es ist jedoch zu bedenken, daß sich im Rückstand der Hausmüllpyrolyse immerhin noch 10-20 Gew% Kohlenstoff finden, im Falle der Altreifenpyrolyse 30-50 Gew% Kohlenstoff. Die Deponierung eines derartigen Produktes bedeutet damit einen erheblichen Energieverlust. Eine Verwertung des Kohlenstoff ist aufgrund des hohen Mineralstoffanteils nicht möglich. Eine Verbrennung bereitet Schwierigkeiten, da es durch die zwangsweise hohen Temperaturen von rd. 900°C zur Emission der im Rückstand enthaltenen Schwermetalle kommt.

Eine besondere Variante der Pyrolyse stellt die Herstellung von Brennstoff aus Hausmüll dar. Nach diesem Verfahren wird ein möglichst hoher Kohlenstoffgehalt des Rückstandes angestrebt. Dies wird dadurch erreicht, daß bei der Pyrolyse nur soviel Pyrolysegas erzeugt wird, als zur Aufrechterhaltung des Prozesses erforderlich ist. Das Produkt ist ein kohlenstoffhaltiger Brennstoff, dessen Kohlenstoffgehalt 20-50 Gew% beträgt. Nachteilig ist jedoch der hohe Aschenanteil. Auch der Chlor- und Schwermetallanteil sind von Nachteil, da diese Verbindungen bei der Verbrennung anteilig freigesetzt werden.

Es besteht daher ein dringendes Bedürfnis, aus dem bei der Pyrolyse von Abfallstoffen entstehenden Rückstand aus Kohlenstoff und Mineralstoffen, kohlenstoffärmere und mineralstoffreichere Fraktionen abzutrennen. Der verbleibende Rückstand ist dementsprechend kohlenstoffreicher und mineralstoffärmer und kann vorteilhafter der Verwertung zugeführt werden.

Diese Aufgabe kann nach dem erfindungsgemäßen Verfahren zur thermischen Behandlung von Abfallstoffen und Gemischen aus Abfallstoffen mit kohlenstoffhaltigen organischen Stoffen durch Entgasung und/oder Vergasung dadurch gelöst werden, daß vom anfallenden Rückstand kohlenstoffärmere, mineralstoffreichere Fraktionen abgetrennt werden.

Eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß die Abtrennung durch Sieb- und elektrostatische Sortierung erfolgt.

Die elektrostatische Sortierung von Stoffgemischen in Einzelkomponenten beruht hierbei darauf, daß man die Oberflächen der Einzelstoffe in elektrisch differenzierten Zustand bringt.

Unter dem Einfluß elektrischer Felder treten bei festen Körpern Aufladungen und/oder Ladungstrennungen auf, deren Größe stoffabhängig ist und durch die Dielektrizitätskonstante, die Influenzierung und die elektrische Leitfähigkeit bestimmt wird. Durch gezielte Maßnahmen können die elektrischen Unterschiede noch verstärkt werden.

Für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens hat es sich als günstig erwiesen, aus dem anfallenden Rückstand vor der elektrostatischen Sortierung die Stoffe größer 10 mm und kleiner 0,01 mm, vorzugsweise größer 3 mm und kleiner 0,05 mm, abzutrennen.

Die abgeschiedenen Fraktionen stören durch ihre Größe die elektrostatische Sortierung. Durch die Reduzierung des Rückstandes auf den Korngrößenbereich von 10 mm bis 0,01 mm, vorzugsweise 3 mm bis 0,05 mm, wird die Abtrennung der kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktion erleichtert. Die Abtrennung der gröberen Stoffe, wie Eisen, Glas, Steine, Drahtgeflechte u.dgl., wie auch der Feinanteil erfolgt durch Siebung. Eisenteile können auch auf magnetischem Wege abgetrennt werden.

Erfindungsgemäß eignen sich für die elektrostatische Sortierung besonders die bei der Pyrolyse von Abfallstoffen trocken gewonnenen und gekühlten Rückstände. Prinzipiell ist es auch möglich, naß ausgetragenes Material nach anschließender Trocknung einzusetzen. Dies ist jedoch weniger günstig, da durch die Behandlung im Wasserbad eine Verschmieren der Oberfläche mit Salzen und damit eine Vereinheitlichung der Oberflächenleitfähigkeit eintritt.

Weiterhin hat es sich als günstig erwiesen, die anfallenden Rückstände vor der elektrostatischen Sortierung auf Temperaturen unterhalb 150°C zu kühlen. Danach erfolgt die Siebung zur Abtrennung der Grob- und Feinanteile. Bei höheren Temperaturen besteht die Gefahr der Entzündung, z.B. der sehr feinen Fraktionen.

Die Rückstände werden im allgemeinen trocken eingesetzt. Zur gezielten Änderung der Oberflächenleitfähigkeit ist es jedoch möglich, diese Rückstände auf einen Wassergehalt von 0,2-5 %, vorzugsweise von 0,5-2 %, zu bringen.

Nach einer besonderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Rückstände vor der elektrostatischen Sortierung durch Zugabe von Wasser, Durchleiten von wasserdampfhaltiger Luft oder von Wasserdampf auf einen Wassergehalt von 0,2-5 %, vorzugsweise 0,5-2 % gebracht.

Eine Verbesserung des Sortiereffektes wird durch mehrmalige Wiederholung der elektrostatischen-Sortierung erreicht.

Als Vorrichtungen zur Durchführung der elektrostatischen Sortierung kommen Freifallscheider und Walzenscheider in Frage. Beim Freifallscheider wird das Gemisch zwischen zwei entgegengesetzt geladenen Elektroden aufgegeben. Die Teilchen erfahren während des freien Falls durch das elektrische Feld

in Abhängigkeit von ihren elektrischen Eigenschaften eine Ladungsänderung und werden voneinander getrennt.

Der Walzenscheider zählt zu den am häufigsten eingesetzten Vorrichtungen. Der Walzenscheider besteht aus einer Aufgabevorrichtung, der metallischen, rotierenden Transportwalze, die gleichzeitig als geerdeter Gegenpol zur Elektrode dient und einer aktiven Elektrode zur Erzeugung des elektrischen Feldes. Unterhalb der Walze befinden sich Leitbleche, um die verschiedenen Fraktionen von einander zu trennen.

Bei den Walzenscheidern wird hinsichtlich ihres elektrischen Feldes zwischen Walzenscheider mit dynamischem Feld und statischem Feld unterschieden. Als besonders günstig für das erfindungsgemäße Verfahren hat sich der Walzenscheider mit dynamischem Feld erwiesen. In diesem Fall sind die Pole ein Ionisator, entweder ein Draht- oder Metallkamm, und die am Erdpotential liegende Walze. Als Ionisator wird eine Gleichspannung von 20-50 kV erzeugt. Es entsteht ein Sprühfeld zwischen dem Ionisator und der geerdeten Walze. Hierbei werden die auf der Walze befindlichen Teilchen im Bereich des Sprühfeldes von den emittierten Ionen gleichsinnig aufgeladen. Nach Verlassen dieser Zone entladen sie sich entsprechend ihrer elektrischen Leitfähigkeit. Die guten Leiter nehmen hierbei die Ladung der geerdeten Walze an und werden nach Maßgabe der auftretenden Zentrifugalkräfte von dieser abgeworfen. Die schlechten Leiter geben ihre Ladung langsamer ab und bleiben deshalb an der Walze haften.

Beim Walzenscheider mit statischem Feld hat die aktive Elektrode einen Durchmesser von mindestens 15 mm, so daß kein Koronaeffekt auftreten kann. Es wird lediglich ein inhomogenes statisches Feld erzeugt. In seinem Bereich wird die Ladung durch Influenzierung getrennt, die Teilchen nehmen die Polarität der geerdeten Elektrode an und werden von dieser abgestoßen bzw. von der aktiven Elektrode angezogen. Die Ablenkung der Teilchen kann durch ein kombiniertes Feld wesentlich verstärkt werden. Durchläuft das Stoffgemisch nach einem Sprühfeld ein statisches Feld, so bleiben die Nichtleiter in ihrem Verhalten durch dieses Feld unbeeinflusst. Die leitenden Teilchen, die ihre Ladung bereits an die Walze abgegeben haben, erfahren sodann im statischen Feld eine Influenzierung und damit eine stärkere Ablenkung.

Die Elektrodenspannung kann 10-50 kV betragen.

Die Walzenumdrehung kann bei den Walzenscheidern 50-250 Umdrehungen pro Minute betragen.

Nach einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens läßt sich die eingangs gestellte Aufgabe auch dadurch lösen, daß die trockenen Rückstände größer 10 mm, vorzugsweise größer 3 mm, zur Abtrennung von kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktionen unter 100°C, vorzugsweise 50°C, abgekühlt und in eine wässrige Phase gegeben werden.

Wird der abgekühlte Rückstand ins Wasser gegeben, dann sinken nicht nur die Schwerteile, wie Glas, Steine, Metalle und Keramik ab, und scheiden sich von den leichteren kohlenstoffhaltigen Stoffen, sondern auch ein Teil der kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktionen. Die aufschwimmenden Teile sind kohlenstoffreicher und mineralstoffärmer. Sie können von der Wasseroberfläche abgezogen werden.

Eine weitere Lösung der gestellten Aufgabe ist dadurch gekennzeichnet, daß aus dem anfallenden trockenen Rückstand die Fraktion 0,5-15 mm, vorzugsweise 1-10 mm, durch Siebung abgetrennt wird und daß die Abtrennung der kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktionen aus dieser Fraktion über eine Setzmaschine oder Herd bzw. durch Windsichtung erfolgt.

Weiterhin hat es sich als günstig erwiesen, die Fraktion kleiner 1 mm, vorzugsweise 0,5 mm, zur Abtrennung der kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktionen in einem Windsichter zu behandeln.

Zur Siebung kann der aus dem Reaktor kommende trockene Rückstand heiß oder kalt eingesetzt werden. Die Siebung dient der Abtrennung der Grobanteile, wie Steine, Glasstücke, Keramik und Metallteile, und weiterhin der Abtrennung des Feinstaubes. Es sind hierfür alle Arten von Siebvorrichtungen geeignet, insbesondere Schwingsiebe.

Setzmaschinen und Herde sind besonders geeignet zur Abtrennung der kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktionen. Sie trennen ein Gemenge nach spezifischem Gewicht. Für das erfindungsgemäße Verfahren haben sich Setzmaschinen und Herde besonders günstig erwiesen, da sie die ausgesiebte Fraktion trocken nach spezifischem Gewicht trennen können. Die spezifisch schweren, kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktionen lassen sich auf diese Weise von den spezifisch leichteren, kohlenstoffreicheren, mineralstoffärmeren Fraktionen abtrennen.

Als geeignet haben sich Membransetzmaschinen oder Setzmaschinen mit pulsierendem Luftstrom erwiesen. Von den Herden sind besonders die Luftherde für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet.

Der Vorteil der Setzmaschinen und Herde besteht darin, daß eine wirksame Sortierung ohne Verwendung von Wasser durchgeführt werden kann.

Bei der Windsichtung erfolgt die Trennung im wesentlichen nach der Sinkgeschwindigkeit der einzelnen Stoffe, die wiederum von Korngröße, Dichte und Form abhängig ist. Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens können Durchluftsichter, Umluftsichter und Stromsichter eingesetzt werden.

Geeignet sind im vorliegenden Fall Steigrohrsichter, Querstromsichter, Zickzacksichter, Wurfsichter, Spiralsichter, Stromsichter, Schraubensichter, Streuwindsichter, Jalousiesichter, Korbsichter und das Kanarsch-Sichtrad.

Auch mit der Windsichtung ist es möglich, zumindest eine kohlenstoffärmere, heizwertreichere Fraktion abzutrennen. Auf diese Weise kann eine kohlenstoffreichere, mineralstoffärmere Fraktion erhalten werden. Eine weitere Aufteilung in zusätzliche Fraktionen kann durch Wiederholung des Sichtungsvorganges erreicht werden. Eine Wiederholung des Trennvorganges ist auch bei den Setzmaschinen und Herden möglich.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß die Fraktion größer 15 mm, vorzugsweise größer 10 mm, zur Abtrennung der kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktionen auf einer Setzmaschine oder Herd bzw. in einem Windsichter behandelt wird. Durch diese Behandlung kann der Anteil an kohlenstoffreichen, mineralstoffärmeren Fraktion, die aus dem anfallenden Rückstand gewonnen werden können, vergrößert werden.

Mit besonderem Vorteil wird das erfindungsgemäße Verfahren zur Anwendung gebracht, wenn ein Rückstand eingesetzt wird, der aus der Entgasung und/oder Vergasung von Abfällen und Abfallgemischen bei Temperaturen um 350-650°C, vorzugsweise 400-550°C, anfällt. Es handelt sich bei diesen Rückständen um ein Gemisch aus Kohlenstoff und Mineralstoffen, dessen Kohlenstoffgehalt im Bereich von 10-20 % liegt. Ohne die erfindungsgemäße Trennung in kohlenstoffärmere und kohlenstoffreichere Fraktionen, ist eine Verwertung dieses Rückstandes nicht möglich.

Mit Vorteilen wird das erfindungsgemäße Verfahren auch dann verwendet, wenn dem einzusetzenden Abfall und den Abfallgemischen vor, und/oder während der Temperaturbehandlung basische Zusatzstoffe zugesetzt werden.

Durch den Zusatz der basischen Bestandteile werden die bei der Pyrolyse entstehenden sauren Stoffe, wie Fluorwasserstoff, Chlorwasserstoff, Schwefelwasserstoff, Schwefeldioxid und auch Blausäure, in den Rückstand eingebunden. Bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens stören die gebildeten Salze nicht. Aufgrund ihrer Dichte und ihrer elektrischen Eigenschaften finden sie sich vorwiegend in den kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktionen.

Als besonders günstig hat sich das erfindungsgemäße Verfahren erwiesen, wenn Rückstände eingesetzt werden, die aus der thermischen Behandlung von Abfallstoffen, gemischt mit kohlenstoffhaltigen organischen Stoffen, wie Steinkohle, Braunkohle, Waschberge, Flotationskohle, Ruße udgl., stammen.

Insbesondere Waschberge, Braunkohle und Flotationskohlen weisen einen hohen Anteil an Mineralstoffen auf. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren können ohne viel technischen Aufwand aus den anfallenden Rückständen kohlenstoffärmere, mineralstoffreichere Fraktionen abgetrennt werden.

Bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich erhebliche Vorteile. So kann insgesamt das Volumen des zu beseitigenden Rückstandes erheblich reduziert werden. Durch die Abtrennung der kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktionen verbleibt eine kohlenstoffreichere, heizwertreichere, mineralstoffärmere Fraktion, die energetisch



oder stofflich anderweitig genutzt werden kann.

Für die kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktionen ergeben sich zusätzliche günstige Verwertungsmöglichkeiten, da der Anteil der löslichen Substanzen vermindert worden ist. Mit den kohlenstoffreicheren, mineralstoffärmeren Fraktionen werden nämlich auch wasserlösliche Substanzen mit entfernt. Die verringerte Wasserlöslichkeit der kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktionen erleichtert damit die Deponierung und auch die Verwertung, z.B. im Straßenbau, bei der Herstellung von Betonsteinen oder beim Einsatz als Füllmaterial. Es ist dabei auch eine Ablagerung in durchlässigen Böden oder der Einsatz im Straßenbau in Wassereinzugsgebieten möglich.

Die mit den kohlenstoffreicheren, mineralstoffärmeren Fraktionen ausgetragenen Salze, vorwiegend Chloride, wirken sich z.B. bei der Verbrennung nicht störend aus, da diese in einer wasserlosen Atmosphäre erfolgt und die Hydrolyse der Salze zu Chlorwasserstoff unterbleibt. Eine Emission von Chlorwasserstoff findet demnach nur in begrenztem Maße statt.

Die kohlenstoffreicheren, mineralstoffärmeren Fraktionen können einer externen Nutzung in Kohlekraftwerken zugeführt werden. Hierbei ergibt sich ein hoher energetischer Wirkungsgrad, der wesentlich höher ist, als wenn der eingesetzte Abfall auf Rosten in Abfallverbrennungsanlagen verbrannt worden wäre.

Die kohlenstoffreichere Fraktion kann insbesondere in Kraftwerken mit Staubfeuerung günstig verbrannt werden. Bei Bedarf kann die kohlenstoffhaltige Fraktion ohne weitere Probleme aufgrund der Sprödigkeit zu Feinstaub vermahlen werden.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist darin zu sehen, daß ein stapelbarer, geruchsneutraler Brennstoff gewonnen werden kann, der bei Bedarf verbrannt werden kann.

Weiterhin ergibt sich für die kohlenstoffreichere, mineralstoffärmere Fraktionen die Möglichkeit, diese als Rohstoff zur Herstellung von Aktivkohle oder als Füllstoffe und auch als Pigmente einzusetzen.

Wird der anfallende Rückstand der Pyrolyse von Abfallstoffen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren behandelt und die kohlenstoffreichere, mineralstoffärmere Fraktion der externen energetischen Nutzung zugeführt, dann entfallen die Investitionsmaßnahmen für eine interne eigenenergetische Nutzung. Dies betrifft insbesondere die Investitionen für Brennkammer, Kessel und Turbine.

Ein nicht zu übersehender umweltpolitischer Vorteil ergibt sich auch aus der Reduzierung der Schadstoffemission auf dem Luftwege. Die Verbrennung der kohlenstoffreichen, mineral-

stoffarmen Fraktionen erfolgt nämlich in trockener Atmosphäre. Die Hydrolyse der Chloride entfällt weitestgehend, so daß der Ausstoß an Chlorwasserstoff gering bleibt. Die Schwefelbestandteile der heizwertreichen, mineralstoffarmen Fraktionen führen bei der Verbrennung zur Bildung von Schwefeldioxid, das wiederum sich mit den Schwermetallen zu schwerlöslichen und schwerflüchtigen Schwermetallsulfaten umsetzen kann.

Werden die kohlenstoffreicheren, mineralstoffärmeren Fraktionen in Kohlekraftwerken verbrannt, so tritt eine Agglomeration der feinkörnigen Stäube aus der Verbrennung dieser kohlenstoffreicheren Fraktionen mit dem gröberen Korn aus der Verbrennung der Kohle auf. Diese agglomerierten Stäube lassen sich dann ohne Schwierigkeiten in den Elektrofiltern abscheiden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von zwei Ausführungsbeispielen näher erläutert, anhand derer weitere vorteilhafte Einzelheiten entnommen werden können.

#### Ausführungsbeispiel A - Elektrostatische Sortierung

Diese besondere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird im folgenden anhand eines schematisierten Verfahrensstammbaumes (Bild 1) näher erläutert. Die in der Technik bereits bekannten Einzelvorrichtungen, wie Pyrolysereaktor, Vorrichtungen zur mechanischen Trennung und die elektrostatischen Scheidevorrichtungen sind in diesem Verfahrensstammbau als beschriftete Blöcke wiedergegeben.

Dargestellt wird das Verfahren anhand der Behandlung von Hausmüll.

Der angelieferte Hausmüll gelangt zuerst in eine Vorzerkleinerungseinrichtung, z.B. eine Ketten-Hammermühle oder in ein Walzenschneidgerät, welche eine gute Auflockerung der verschiedenen Müllbestandteile bewirken und die sperrigen Anteile zerkleinern, während die restlichen Komponenten nach Möglichkeit zerkleinert werden. Es handelt sich um eine schonende Vorzerkleinerung.

Aus der Vorzerkleinerungseinrichtung gelangt der Abfall in eine Siebung zur Abtrennung von Rohmüll-Feinanteilen, wie Asche, Sand undgl.. Geeignet sind Siebtrommeln und/oder Spannwellsiebe mit einer Maschenweite von 10-30 mm.

Es ist jedoch auch möglich, auf eine derartige Vorsiebung zu verzichten.

Die Vorabsiebung erhöht den Heizwert des entgasten Abfalles durch Entfernen des Inertanteiles. Der auf diese Weise vorbehandelte oder auch unvorbehandelte Hausmüll gelangt in den außenbeheizten Pyrolysereaktor, der in den meisten Fällen ein außenbeheiztes Drehrohr darstellt. Dort werden die Abfälle unter Luftausschluß auf Temperaturen von 300-600°C, vorzugsweise

jedoch auf 300-450°C erhitzt, und dabei pyrolytisch in flüchtige Substanzen und einen festen Rückstand zersetzt. Die entstehenden flüchtigen Produkte werden aus der Pyrolysevorrichtung abgezogen, was entweder im Gleichstrom zur Durchlaufrichtung der Abfälle durch das Drehrohr oder im Gegenstrom erfolgen kann. Die abgezogenen Pyrolysegase werden entstaubt und in den meisten Fällen einer sofortigen energetischen Nutzung zur Beheizung des Pyrolysereaktors und zur Gewinnung von Dampf oder Strom verbrannt. Es ist auch möglich, die abgezogenen Pyrolysegase, einer Reinigung zur Entfernung der sauren Bestandteile zu unterwerfen.

Der anfallende Rückstand wird gasdicht ausgetragen. Die Abdichtung erfolgt dabei über den Rückstand selbst. Für die weitergehende Behandlung werden sie auf Temperaturen unterhalb 150°C abgekühlt.

Da der Rückstand aufgrund der pyrolytischen Behandlung und des Trockenaustrages in loser Schüttung anfällt, können die gröberen Inertstoffe, wie Eisen, Glas, Steine, Keramik, Drahtgeflechte, Nichteisenmetalle udgl., durch Siebung abgetrennt werden, des gleichen die störenden Feinanteile kleiner 0,01 mm, vorzugsweise kleiner 0,05 mm.

Die auf diese Weise gewonnene Fraktion im Körnungsbereich von 0,01 mm bis 10 mm, vorzugsweise im Bereich von 0,05 mm bis 3 mm, kann nun ohne weitere Vorbehandlung der elektrostatischen Sortierung unterworfen werden. Mit einem Walzenscheider mit dynamischem Feld, an dem eine Gleichspannung von 30 kV angelegt ist, und dessen Umdrehungsgeschwindigkeit vorzugsweise im Bereich von 100-200 Umdrehungen pro Minute gehalten wird, lassen sich ohne Schwierigkeiten aus dem Rückstand kohlenstoffärmere, mineralstoffreichere Fraktionen abtrennen. Die verbleibenden kohlenstoffreicheren, mineralstoffärmeren Fraktionen werden aufgefangen und können den obigen Verwendungsmöglichkeiten zugeführt werden.

Bei dieser Arbeitsweise kann z.B. aus einem Hausmüll, der 20 % Wasser enthält, ein Rückstand gewonnen werden, der bei der Siebung einen Grobanteil größer 3 mm von 18,6 % und einen Feinanteil kleiner 0,05 mm von 3,6 % aufweist. Insgesamt beträgt demnach der Anteil des Abgesiebten 22,2 %. Es verbleibt ein weiter zu behandelnder Rückstand, dessen Kohlenstoffgehalt, bestimmt als Glühverlust (550°C), 16 % beträgt. Dieser vom Fein- und Grobanteil befreite trockene Rückstand liefert bei der elektrostatischen Sortierung eine kohlenstoffreiche, mineralstoffarme und eine kohlenstoffarme, mineralstoffreiche Fraktion. Es werden aus 1 kg der Fraktion 0,05 bis 3 mm rd. 250 g der kohlenstoffreichen, mineralstoffarmen Fraktion mit einem Kohlenstoffgehalt von rd. 48 % erhalten. Der untere Heizwert beträgt 3.840 kcal/kg. Der Anteil der kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktion beträgt rd. 750 Gramm, wobei der Kohlenstoffgehalt zu 5,6 % bestimmt wurde. Vom Heizwert des Rückstandes finden sich somit in der kohlenstoffreicheren, mineralstoffärmeren Fraktion rd. 75 % wieder.

### Ausführungsbeispiel B - Sortierung durch Siebung und Windsichtung

Diese Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird im folgenden anhand eines schematisierten Verfahrensstammbaumes näher erläutert (Bild 2).

Die Vorbehandlung des Hausmülls erfolgt entsprechend dem Ausführungsbeispiel A. Der auf diese Weise vorbehandelte Hausmüll gelangt nunmehr in den außenbeheizten Pyrolysereaktor, der im vorliegenden Fall ein außenbeheiztes Drehrohr sein soll. Dort werden die Abfälle unter Luftabschluß auf Temperaturen von 400-550°C erhitzt und dabei pyrolytisch zersetzt. Die entstehenden flüchtigen Produkte werden aus der Pyrolysevorrichtung abgezogen, was im Gegenstrom oder im Gleichstrom zu der Durchlaufrichtung der Abfälle durch das Drehrohr erfolgen kann. Die abziehenden Pyrolysegase können nach der trockenen Abscheidung von sauren Bestandteilen, wie Chlorwasserstoff, Fluorwasserstoff, Schwefelwasserstoff und Schwefeldioxid, unterworfen werden. Die gereinigten Pyrolysegase werden einmal zur Beheizung des Pyrolysereaktors verwendet, zum anderen können sie einer weiteren energetischen Nutzung zugeführt werden.

Der bei der Pyrolyse entstehende Rückstand wird gasdicht ausgetragen. Die Abdichtung erfolgt dabei über den Rückstand selbst.

Da der Rückstand aufgrund der pyrolytischen Behandlung und des Trockenaustrages in loser Schüttung vorliegt, kann die Siebung zur Abtrennung der gröberen Stoffe und des Feinanteiles ohne Probleme durchgeführt werden. Im vorliegenden Falle werden die Fraktionen größer 10 mm und die Fraktionen kleiner 1 mm abgetrennt. Die bei der Siebung anfallende Feinfraktion A im Korngrößenbereich von 1 mm bis 10 mm wird sodann der Windsichtung unterworfen. Dabei wird eine kohlenstoffreichere, mineralstoffärmere Leichtfraktion B 1 und eine kohlenstoffarme, mineralstoffreichere Schwerfraktion B 2 erhalten.

Der Siebdurchgang kleiner 1 mm wird ebenfalls der Windsichtung unterworfen. Dabei wird eine kohlenstoffreiche, mineralstoffarme Leichtfraktion C 1 und eine kohlenstoffarme, mineralstoffreiche Schwerfraktion C 2 erhalten.

Die kohlenstoffreichen, mineralstoffarmen Fraktionen B 1 und C 1 können der weiteren energetischen Nutzung, die bereits aufgeführt wurde, zugeführt werden. Die kohlenstoffarmen, mineralstoffreichen Fraktionen lassen sich entweder im Straßenbau oder bei der Betonsteinherstellung verwenden. Sie können auch ohne Probleme deponiert werden.

Wird nach dieser Arbeitsweise normaler Hausmüll eingesetzt, so fällt ein Pyrolyserückstand an, dessen Heizwert 1.392 kcal/kg beträgt und dessen Kohlenstoffgehalt zu 17,4 % ermittelt wurde. Wird dieser Rückstand trocken der Siebung unterworfen, so kann eine Grobfraktion größer 10 mm in einer Menge von 8,3 % und eine Feinfraktion kleiner 1 mm in einer Menge von 44,1 % abgetrennt werden. Es verbleibt eine Fraktion A in einer Menge von 47,6 %. Der Heizwert dieser Fraktion wurde zu 1.180 kcal/kg ermittelt. Diese Fraktion A kann durch Windsichtung weiter aufgespalten werden. Dabei fällt eine Leichtfraktion B 1 an, dessen Menge 9,5 % des ursprünglichen Pyrolyserückstandes beträgt. Die Schwerfraktion B 2 hat einen Anteil von 38,1 %. Der Kohlenstoffgehalt dieser Leichtfraktion wurde über den Glühverlust zu fast 53 % ermittelt. In der Leichtfraktion B 1 finden sich fast 28,5 % des ursprünglichen Heizwertes wieder.

Die Kornfraktion kleiner 1 mm wird ebenfalls der Windsichtung unterworfen. Dabei fällt eine kohlenstoffreiche, mineralstoffarme Leichtfraktion C 1 und eine kohlenstoffarme, mineralstoffreiche Schwerfraktion C 2 an. Der Kohlenstoffgehalt dieser Leichtfraktion C 1 beträgt fast 40 %, der der Schwerfraktion C 2 nur 10,6 %. Der Heizwert der Leichtfraktion C 1 wurde zu 3.168 kcal/kg ermittelt.

Insgesamt finden sich also in nur 29,5 % des ursprünglichen Pyrolyserückstandes nach der Siebung und Sichtung 74 % des Heizwertes des Pyrolyserückstandes wieder.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann nicht nur zur Behandlung von Hausmüll, sondern auch für Klärschlamm, Shredderabfälle, Altreifen, Lackabfälle, Kunststoffabfälle, pflanzliche Reststoffe wie Stroh oder Holz, Papierabfälle und dgl. verwendet werden. Sie können für sich allein oder im Gemisch eingesetzt werden.

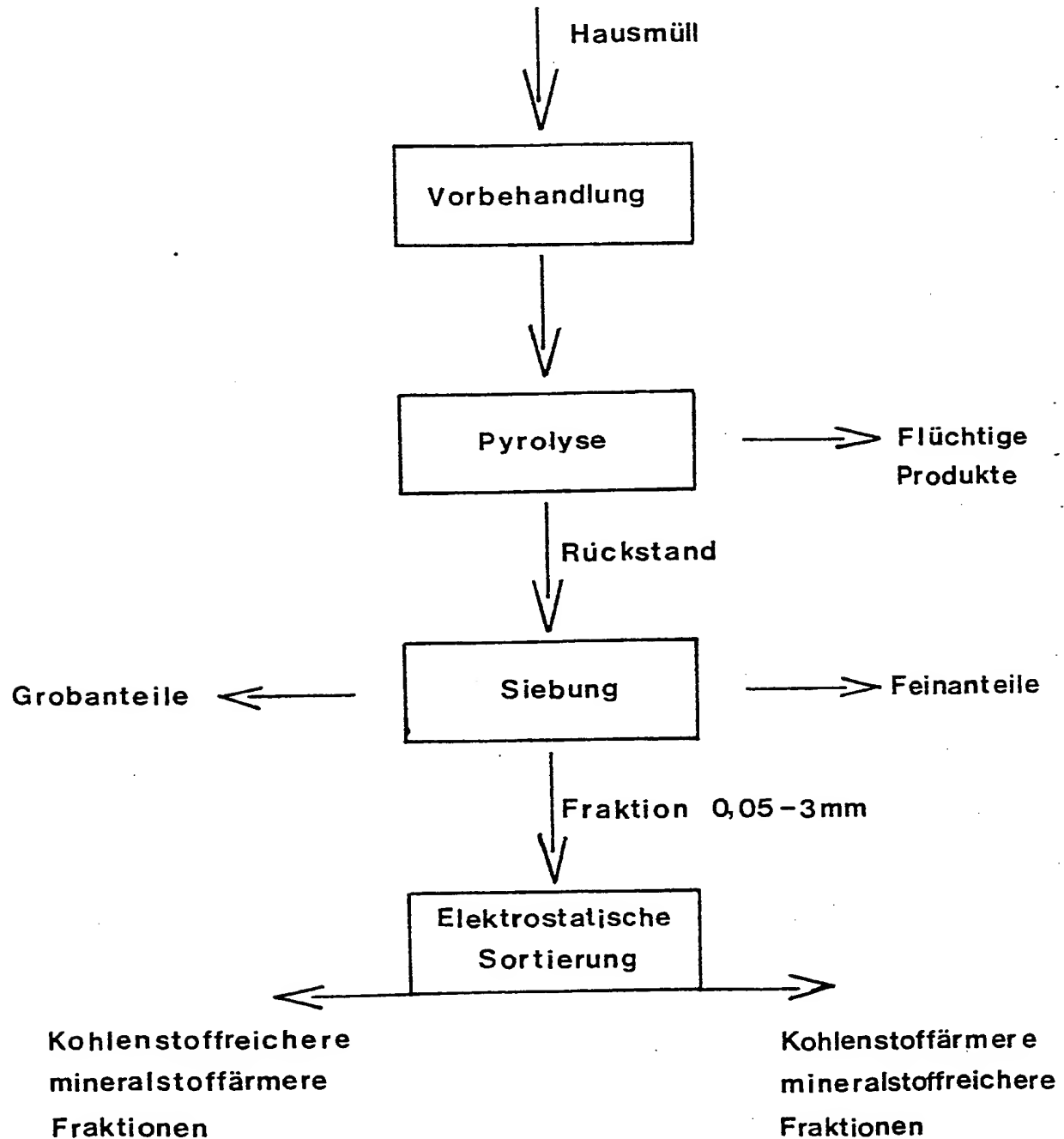
-7-

A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zur thermischen Behandlung von Abfallstoffen und Gemischen aus Abfallstoffen mit kohlenstoffhaltigen organischen Stoffen durch Entgasung und/oder Vergasung, dadurch gekennzeichnet, daß vom anfallenden Rückstand kohlenstoffärmere, mineralstoffreichere Fraktionen abgetrennt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtrennung durch Siebung und elektrostatische Sortierung erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem anfallenden Rückstand vor der elektrostatischen Sortierung die Stoffe größer 10 mm und kleiner 0,01 mm, vorzugsweise größer 3 mm und kleiner 0,05 mm, abgetrennt werden.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückstände vor der elektrostatischen Sortierung trocken gewonnen und gekühlt werden.
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß die trockenen Rückstände vor der elektrostatischen Sortierung auf Temperaturen unterhalb 150°C abgekühlt werden.
6. Verfahren nach den Ansprüchen 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückstände vor der elektrostatischen Sortierung durch Zugabe von Wasser, Durchleiten von wasserdampfhaltiger Luft oder von Wasserdampf auf einen Wassergehalt von 0,2-5 %, vorzugsweise 0,5-2 %, gebracht werden.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die trockenen Rückstände größer 10 mm, vorzugsweise größer 3 mm, zur Abtrennung von kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktionen unter 100°C, vorzugsweise 50°C, abgekühlt und in eine wässrige Phase gegeben werden.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem anfallenden trockenen Rückstand die Fraktion 0,5-15 mm, vorzugsweise 1-10 mm, durch Siebung abgetrennt wird und daß die Abtrennung der kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktionen aus dieser Fraktion über eine Setzmaschine oder Herd bzw. durch Windsichtung erfolgt.
9. Verfahren nach Anspruch 1 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Fraktion kleiner 1 mm, vorzugsweise kleiner 0,5 mm, zur Abtrennung der kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktionen in einem Windsichter gesichtet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 1 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Fraktion größer 15 mm, vorzugsweise größer 10 mm, zur Abtrennung der kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktion auf einer Setzmaschine oder Herd bzw. in einem Windsichter behandelt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Rückstand eingesetzt wird, der aus der Entgasung und/oder Vergasung bei Temperaturen von 350-650°C, vorzugsweise 400-550°C anfällt.
12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem einzusetzenden Abfall und den Abfallgemischen vor und/oder während der Temperaturbehandlung basische Zusatzstoffe zugesetzt werden.
13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Rückstände eingesetzt werden, die aus der thermischen Behandlung von Gemischen aus Abfallstoffen mit kohlenstoffhaltigen organischen Stoffen, wie Steinkohle, Braunkohle, Waschberge, Flotationskohle, Ruße, udgl., stammen.

**Bild 1:** Fließschema der Abtrennung der kohlenstoffärmeren mineralstoffreicheren Fraktionen über elektrosta-  
tische Sortierung

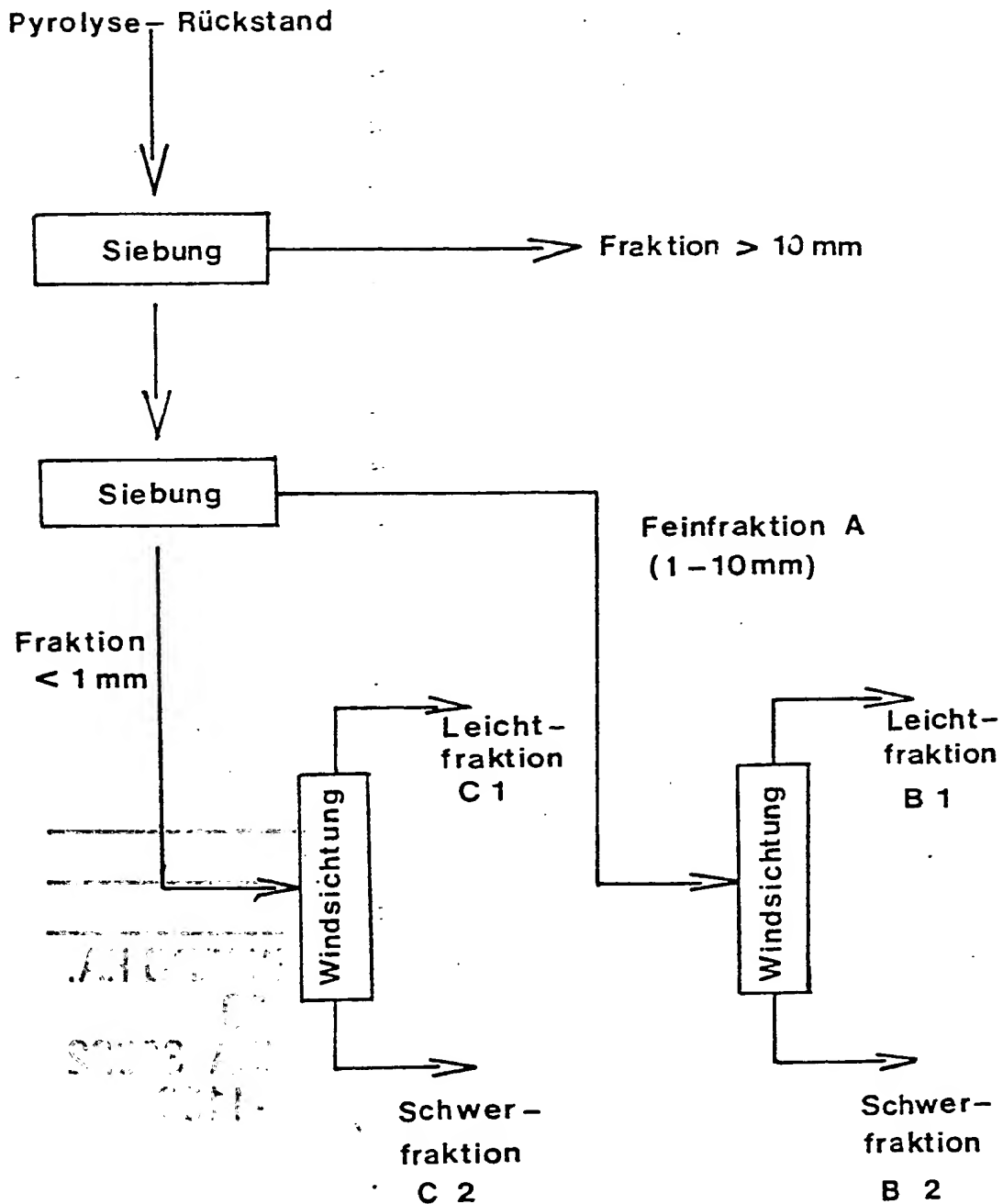




2/2

0144535

Bild 2: Fließschema der Abtrennung der kohlenstoffärmeren, mineralstoffreicheren Fraktionen über Siebung und Windsichtung



DOCKET NO: GR98P 3363

SERIAL NO: 09/718,896

APPLICANT: Boretzky et al.

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100